

**SIMULASI VARIASI TINGGI ANTENA TERHADAP JARAK ANTAR  
ANTENA DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
*LOSS SIGNAL* MENGGUNAKAN MATLAB GUI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro

Oleh :

**ABDUN NAZIB KHUDLORI**  
**1 0 4 5 5 0 2 6 4 3 7**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2010**

# **SIMULASI VARIASI TINGGI ANTENA TERHADAP JARAK ANTAR ANTENA DAN PENGARUHNYA TERHADAP LOSS SIGNAL MENGGUNAKAN MATLAB GUI**

**ABDUN NAZIB KHUHLORI**  
**10455026437**

Tanggal Sidang : 28 Januari 2010  
Periode Wisuda : Februari 2010

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

## **ABSTRAK**

Antena merupakan suatu alat penghantar gelombang elektromagnetik yang dapat mengirimkan data-data informasi, seperti *audio*, *video*, *audiovisual*, *multimedia* dan sebagainya. Teknologi *wireless* sangat bergantung pada piranti yang bisa mengirim dan menerima data melalui pancaran elektromagnetik. Kedudukan antena merupakan hal terpenting dalam menentukan suatu gelombang yang dipancarkan atau diterima dengan baik, karena jika jarak yang ditempuh terlalu jauh sedangkan frekuensi yang digunakan kecil maka akan terjadi kerugian berupa *loss signal*. *Loss signal* akan bisa dicari dengan mengetahui panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan jarak antar antena ( $h$ ). Panjang gelombang dihasilkan karena adanya laju cahaya dalam ruang hampa ( $3 \times 10^8$ ) per Frekuensi (Hz). Matlab 6.5 mensimulasikan jarak antar antena dan mengetahui *loss signal* dengan mengetahui tinggi antena dan panjang gelombang sebagai inputnya. Simulasi ini diprogram dengan menggunakan *script coding*. Sehingga setelah dijalankan simulasinya, program yang telah dibuat berjalan dengan baik. Pada pengujian simulasi dan kalkulasi terhadap jarak antar antena program yang mensimulasikan jarak antena dibuat sesuai dengan teori, dimana setelah dilakukan perhitungan secara kalkulasi hasil yang didapat secara simulasi adalah sama dengan hasil kalkulasi.

**Kata kunci : Jarak antar antena, *Loss signal*, Matlab GUI, Panjang gelombang, *Script Coding***

# ***ANTENNA HIGH VARIATION SIMULATION TO DISTANCE AMONG ANTENNA AND ITS INFLUENCE TO LOSS SIGNAL UTILIZING MATLAB GUI***

**ABDUN NAZIB KHUHLORI  
10455026437**

*Date of Final Exam : 28<sup>th</sup> January 2010*

*Graduation Ceremony Period : Februari 2010*

*Electrical Engineering Department*

*Faculty of Sciences and Technology*

*State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau*

## ***ABSTRACT***

*Antenna constitutes an electromagnetic wave conductor that can send information data's, as audio, video, audiovisual, multimedia etcetera. Technology wireless very dependent on apparatus who can transfer and accepts data via jet electromagnetic. Position antenna to constitute primal thing in determines a wave that is emitted or is accepted with every consideration, since if distance that is sailed through too far whereas frequency which utilized by little therefore will happen loss as loss signal. Loss signal will searchable with knows wavelength ( $\lambda$ ) and distance among aerial ( $h$ ). Resulting wavelength because marks sense speed of light in vacuum ( $3 \times 10^8$ ) per Frequency (Hz). Matlab 6.5 to distances simulation among aerial and knowing loss signal by knows antenna high and wavelength as input it. This simulation is programmed by use of script coding. So after was carried on by simulation it, program already being made by walking with every consideration. On simulated examination and calculation to distance among aerial program which to antenna distance simulation is made according to theory, where does after do according to count calculates to usufruct that gotten by simulation ala is equal to usufruct calculation.*

***Key word: Distance among antenna, Loss signal , Matlab GUI, Script Coding, Wavelength***

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
 <b>BAB I     PENDAHULUAN .....</b>	 <b>I-1</b>
1.1   Latar Belakang .....	I-1
1.2   Rumusan Masalah .....	I-2
1.3   Batasan Masalah .....	I-2
1.4   Tujuan Riset .....	I-2
1.5   Metode Penelitian .....	I-2
1.6   Sistematika Penulisan .....	I-3
 <b>BAB II    LANDASAN TEORI .....</b>	 <b>II-1</b>
2.1   Pendahuluan .....	II-1
2.2   Propagasi Gelombang .....	II-1
2.3 <i>Line Of Sight</i> .....	II-3
2.4 <i>Loss Signal</i> .....	II-5
2.5   Matlab .....	II-6
2.5.1   Lingkup MatLab .....	II-6

2.5.2	MatLab GUI ( <i>Graphical User Interface</i> ) .....	II-7
<b>BAB III</b>	<b>RANCANGAN <i>SCRIPT CODING</i></b> .....	III-1
3.1	Rancangan GUI .....	III-1
3.2	<i>Listing Program 2 Input</i> .....	III-3
3.2.1	<i>Input Tinggi (h)</i> .....	III-3
3.2.2	<i>Input Panjang Gelombang (<math>\lambda</math>)</i> .....	III-4
3.3	<i>Listing Program 2 Output</i> .....	III-4
3.3.1	Jarak ( $d$ ) .....	III-4
3.3.2	<i>Loss Signal</i> .....	III-5
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL SIMULASI DAN ANALISIS</b> .....	IV-1
4.1	Proses Simulasi <i>Script Coding</i> .....	IV-1
4.2	Pengujian Jarak Antena Secara Simulasi dan Kalkulasi .....	IV-3
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	V-1
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-1

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini perkembangan teknologi komunikasi semakin pesat, diantaranya teknologi *wireless*. Teknologi *wireless* sangat bergantung pada sebuah piranti yang bisa mengirimkan dan menerima data melalui pancaran elektromagnetik. Piranti tersebut adalah antenna.

Antena adalah piranti untuk memancarkan dan menangkap pancaran tenaga elektromagnetik. Sifat-sifat antena sama dengan saluran transmisi yang berhubungan dengan panjang gelombang, impedansi, tegangan dan arus.

Istilah yang digunakan dalam jaringan khususnya berbasis tanpa kabel (*wireless*) adalah *line of sight*. *Line of Sight* berarti tembus secara pandang mata, tidak halangan antara satu titik dengan titik lainnya. *Line of Sight* berada pada didalam *Fresnell Zone*.

Jarak antar antena dan tinggi antena merupakan salah satu faktor yang menentukan besar dan kecil terjadinya *loss signal* pada antena pemancar dan penerima. Karena ciri penghantaran antena meliputi sebagian spektrum elektromagnetik, maka frekuensi yang digunakan antara 2 kHz ke 40 GHz. Jika frekuensi lebih tinggi, lebar jalur lebih tinggi dan kadar data lebih tinggi. Kehilangan sinyal disebabkan penurunan kualitas penerimaan (juga bagi frekuensi radio).

Akurasi dalam perhitungan jarak antena dan tinggi antena banyak menggunakan metode-metode perhitungan manual. Oleh karena itulah pada penelitian tugas akhir ini peneliti akan membuat program komputer yang berbentuk GUI dengan menggunakan program MatLab.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebuah program komputer yang memiliki 2 *input* (tinggi antena dan panjang gelombang) dan 2 *output* (jarak antar antena dan *Loss signal*). *Output* ini yang akan mendominasi tugas penelitian dan sebagai analisisnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mensimulasikan tinggi antenna terhadap jarak antar antenna dan pengaruhnya terhadap *Loss Signal* menggunakan MatLab GUI.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian Tugas Akhir ini dengan judul “Simulasi Variasi Tinggi Antena Terhadap Jarak Antar Antena dan Pengaruhnya Terhadap *Loss Signal* Menggunakan MatLab GUI”, hanya dibatasi masalah sebagai berikut :

1. Membuat simulasi perhitungan matematis jarak antar antenna dan *loss signal* dengan menggunakan program Matlab GUI v6.5.
2. Parameter *input* yang digunakan adalah tinggi antenna, sehingga menghasilkan jarak antar antenna.
3. Parameter *input* untuk *loss signal* adalah jarak antar antenna ( $d$ ) dan panjang gelombang ( $\lambda$ ).

## 1.4 Tujuan Riset

Tujuan riset dari Tugas Akhir ini adalah untuk mensimulasikan perhitungan tinggi antenna terhadap jarak antar antenna yang akan berpengaruh pada *loss signal* berdasarkan dari simulasi yang akan dibuat nantinya.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu :

1. Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan informasi-informasi dan pengetahuan sebagai referensi dalam melakukan penelitian.

2. Simulasi *Script Coding*

Perhitungan tinggi antenna terhadap jarak antar antenna dan pengaruhnya terhadap *loss signal* akan disimulasikan menggunakan bahasa pemrograman komputer (MatLab 6.5) dengan membuat *script coding* untuk menghitung dan menganalisa data-data jarak dan ketinggian antenna yang berpengaruh pada hilangnya sinyal.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan ini dibagi menjadi lima bab, hal ini dimaksudkan agar dalam penulisan laporan Tugas Akhir dapat diketahui tahapan dan batasannya. Adapun sistematikanya adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini membahas tentang pendahuluan antenna, prinsip kerja antenna, sejarah perkembangan antenna, *line of sight*, dan MatLab.

### **BAB III RANCANGAN *SCRIPT CODING***

Pada bab ini menjelaskan tentang model simulasi untuk perhitungan tinggi antenna terhadap jarak antar antenna dan mengetahui data *loss signal*.

### **BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS**

Pada bab ini menampilkan hasil perhitungan dengan GUI dari simulasi dan dilakukan analisa terhadap hasil perhitungan dengan GUI yang diperoleh.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan yang dihasilkan setelah melakukan penelitian dan saran yang diberikan oleh penulis.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pendahuluan**

Antena merupakan sebuah piranti yang digunakan untuk memancarkan dan menangkap sinyal elektromagnetik. Antena berfungsi sebagai radiator gelombang radio (antena pemancar) dan penerima gelombang radio (antena penerima). Antena sebagai bagian inti dari sebuah sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*). Antena mempunyai fungsi menghasilkan gelombang yang mampu merambat diruang bebas secara efisien. Antena mempunyai sifat *reciprocity*.

Antena (*antenna* atau *areal*) adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya. Prinsip ini telah diterangkan dalam saluran transmisi.

#### **2.2 Propagasi Gelombang**

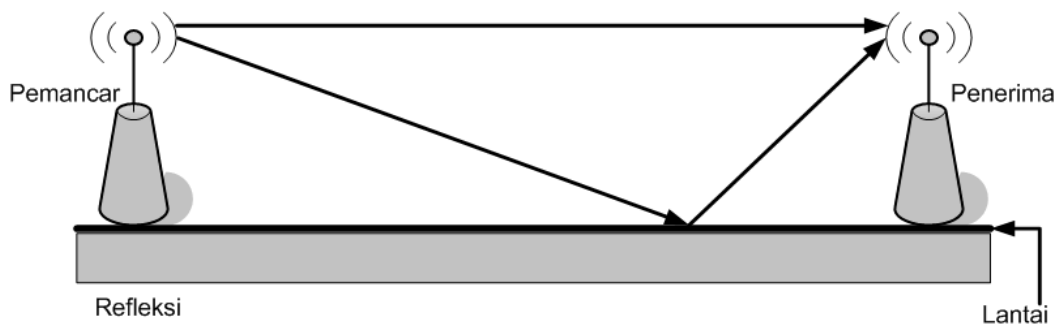
Propagasi merupakan proses perambatan gelombang dari satu tempat ketempat yang lain. Bila dilihat berdasarkan mekanisme propagasi sinyal, propagasi ada beberapa jenis diantaranya adalah *free space*, refleksi, difraksi, dan *scattering*. Berikut adalah penjelasan singkat tentang beberapa jenis propagasi :

##### **a. *Free Space***

Propagasi *free space* merupakan propagasi gelombang radio, dimana sinyal dari *transmitter* dapat langsung diterima oleh *receiver*. Propagasi terjadi bila medium antara pemancar dan penerima tidak terdapat halangan (misal dalam ruang *anechoic chamber*). Propagasi jenis ini diperlukan sebagai bahan analisa yang ideal dari suatu antena untuk pengukuran antena (*gain, impedance, radiation pattern, polarization*). Untuk mendapatkan kondisi *free space* bisa digantikan dengan memakai ruangan tanpa gema / pantulan yang biasa disebut dengan *anechoic chamber*.

b. Refleksi

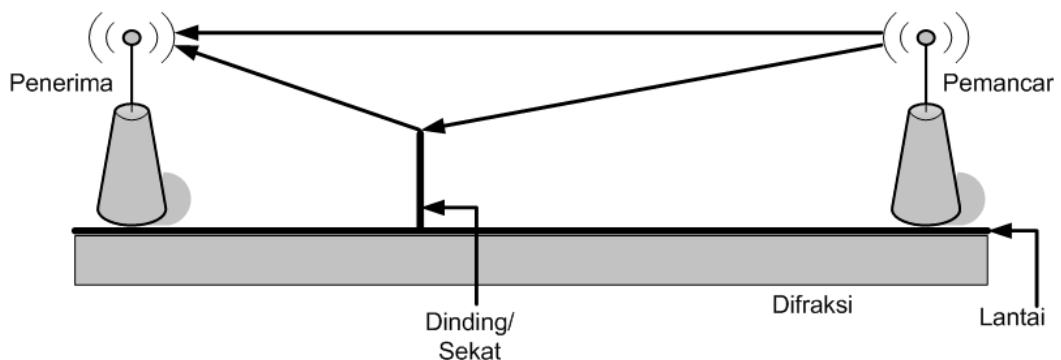
Refleksi terjadi ketika pancaran dari gelombang elektromagnetik berbenturan dengan suatu objek yang mempunyai dimensi lebih besar jika dibandingkan dengan panjang gelombang dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan. Refleksi terjadi pada permukaan bumi, gedung dan dinding seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Refleksi

c. Difraksi

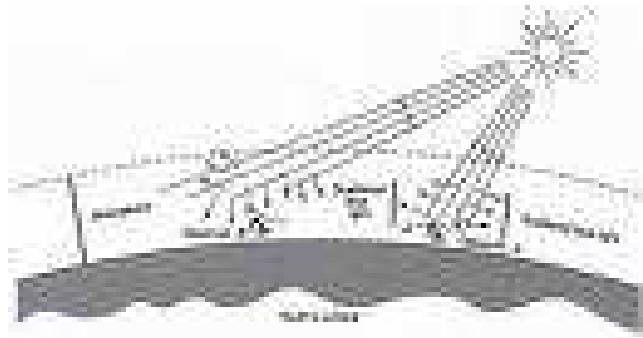
Difraksi terjadi ketika suatu sinyal menabrak suatu ujung yang tidak dapat ditembus oleh sinyal yang mempunyai panjang gelombang yang relatif lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal tersebut.



Gambar 2.2 Difraksi

d. *Scattering*

*Scattering* terjadi ketika perambatan gelombang elektromagnetik dihalangi oleh media / benda yang mempunyai ukuran dimensi lebih kecil jika dibandingkan dengan panjang gelombang yang dikirim dari *transmitter*. *Scattering* dihasilkan oleh permukaan yang kasar, benda yang berukuran kecil dan benda-benda lainnya.



Gambar 2.3 *Scattering*

Propagasi refleksi, difraksi, dan *scattering* merupakan jenis propagasi yang dapat menyebabkan terjadinya efek *multipath*. Adanya *multipath* ini memungkinkan sinyal yang dikirim dapat diterima meskipun lintasan terhalang, tetapi disamping itu dengan adanya *multipath* kondisi lingkungan akan selalu berubah-ubah, hal ini sangat mempengaruhi pada penerimaan sinyal pada penerimaan ditambah dengan posisi penerima yang bergerak. Masalah yang dapat ditimbulkan karena adanya *multipath* antara lain *multipath fading*, *delay spread*, *doppler shift*, dan *intersymbol interference*.

### 2.3 *Line of Sight*

Pada teknik gelombang mikro, suatu hubungan komunikasi disebut *line of sight* (LoS) jika antara antenna pengirim dan penerima dapat saling "melihat" tanpa adanya penghalang pada lintasan pada batas-batas tertentu. Parameter-parameter dalam propagasi *line of sight* antara lain (Wikipedia, akses tanggal 28 November 2009) :

a. Panjang lintasan

Panjang lintasan merupakan jarak antara antena pemancar dengan antena penerima yang dapat ditentukan dengan pengukuran pada peta topografi.

b. Faktor K

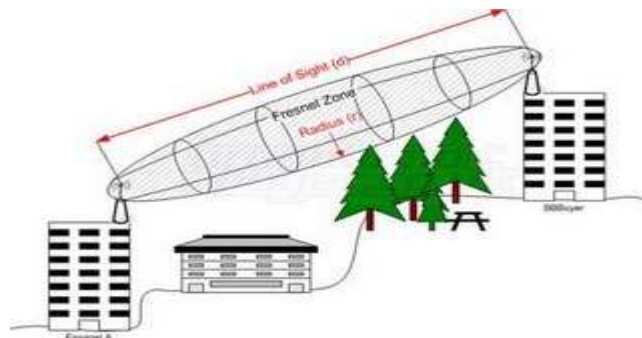
Dalam propagasi, sebuah sinyal dari pengirim ke penerima tidak selamanya merupakan suatu lintasan yang lurus. Pada kondisi atmosfer tertentu kurva sinyal dapat mengalami refraksi melengkung menjauhi atau mendekati permukaan bumi, maka hal itu perlu diantisipasi dengan menggunakan suatu faktor pengali jari-jari bumi yang disebut dengan faktor "K". Untuk kondisi atmosfer seperti di Indonesia, digunakan faktor "K" sebesar  $4/3$  atau 1,33.

c. Daerah *Fresnel*

Daerah *Fresnel* atau *Fresnel Zone* adalah tempat kedudukan titik sinyal tidak langsung yang berbentuk *elips* dalam lintasan propagasi gelombang radio dimana daerah tersebut dibatasi oleh gelombang tak langsung (*indirect signal*) dan mempunyai beda panjang lintasan dengan sinyal langsung sebesar kelipatan  $\frac{1}{2} \lambda$  atau 2 kali  $\frac{1}{2} \lambda$ . Jika sinyal langsung dan tak langsung berbeda panjang lintasan sebesar  $\frac{1}{2} \lambda$ , maka kedua sinyal tersebut akan berbeda fasa  $180^\circ$ , artinya kedua sinyal tersebut akan saling melemahkan. Fresnel pertama merupakan daerah yang mempunyai *multipath fading* terbesar, sehingga diusahakan untuk daerah *Fresnel* pertama dijaga agar tidak dihalangi oleh *obstacle*.

d. Faktor Kelengkungan Bumi

e. Tinggi penghalang dan tinggi penghalang tambahan.



Gambar 2.4 Bentuk Daerah Fresnel dan *Line of Sight*

Perhitungan jarak antar antenna dan tinggi antenna dikarenakan untuk mengatur letak sebuah *tower* antenna, dimana kedudukan antenna tetap dan difokuskan pada gelombang tertentu mencapai penghantaran *line of sight* kepada antenna penerima. Perhitungan jarak antar antenna dan tinggi antenna disebabkan bentuk kondisi bumi yang bergelombang.

Antena gelombang mikro biasanya ditempatkan pada ketinggian tertentu di atas tanah untuk memperluas jarak antar antenna dan agar mampu melakukan transmisi agar menembus batas, Jarak maksimum antara antenna ditetapkan dengan persamaan (Stallings, 2001) :

$$d = 7,14\sqrt{K.h} \quad (2.1)$$

dengan :

d = jarak antar antenna (km);

h = tinggi antenna (meter);

K= faktor penyesuaian (gelombang mikro mungkin berubah arah atau terbias disebabkan bentuk lekuk muka bumi). Biasanya  $K = 4/3$ .

## 2.4 *Loss Signal*

Jarak antar antenna dan tinggi antenna merupakan salah satu faktor yang menentukan besar dan kecil terjadinya *loss signal* pada antenna pemancar dan penerima. Karena ciri penghantaran antenna meliputi sebagian spektrum elektromagnetik. Frekuensi biasa antara 2 kHz ke 40 GHz. Jika frekuensi lebih tinggi, lebar jalur lebih tinggi dan kadar data lebih tinggi. Kehilangan sinyal disebabkan penurunan kualitas penerimaan (juga bagi frekuensi radio).

Untuk gelombang mikro (dan frekuensi radio) kerugian dinyatakan sebagai *Loss Signal* = hilang sinyal (Stallings, 2001) yang dinyatakan dengan persamaan di bawah ini :

$$L = 10.Log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \quad (2.2)$$

dengan :

$L = \text{loss signal (dB)}$

$d = \text{jarak antar antena (m)}$

$\lambda = \text{panjang gelombang (m)}$

## 2.5 MatLab

MatLab 6.5 merupakan *software program* yang digunakan untuk komputasi teknik. MatLab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*. MatLab mampu mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman untuk dapat digunakan secara mudah. Penggunaan MatLab diantaranya adalah pada :

1. Matematika dan Komputasi
2. Pengembangan algoritma
3. Permodelan, simulasi, dan *prototype*
4. Analisa, eksplorasi, dan visualisasi data
5. Pengolahan grafik untuk sains dan teknik
6. Pengembangan aplikasi berbasis GUI (*Graphical User Interface*)

Pada proyek tugas akhir ini MatLab 6.5 digunakan untuk proses pengolahan data yakni proses yang berkaitan dengan analisa, visualisasi data, dan pengembangan aplikasi berbasis GUI.

### 2.5.1 Lingkup MatLab

Ada beberapa *tools* yang disediakan oleh MatLab 6.5 diantaranya sebagai berikut :

- *Command Window*, yang berfungsi untuk tempat memasukkan dan menjalankan variabel (fungsi) dari MatLab dan M-File.
- *Command History*, yang berfungsi menampilkan fungsi-fungsi yang telah dikerjakan pada *command window*.
- *Launch Pad*, yang berfungsi untuk akses *tools*, demo dan dokumentasi semua produk *Math Work*.

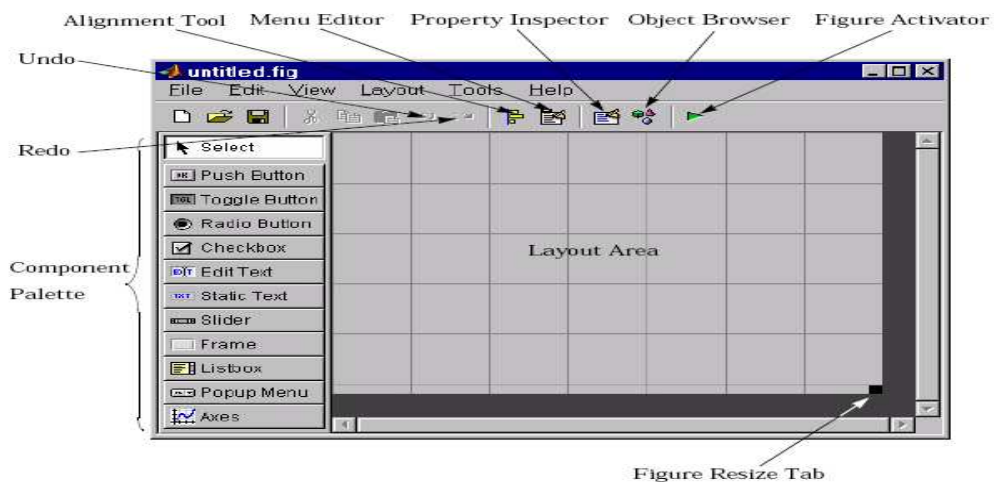
- *Help Browser*, yang berfungsi untuk menampilkan dan mencari dokumentasi yang ada pada MatLab.
- *Current Directory Browser*, yang berfungsi menampilkan *file* MatLab dan *file* yang terkait serta mengerjakan operasi *file* seperti membuka dan mencari isi *file*.
- *Workspace Browser*, yang memuat variabel-variabel yang dibuat dan yang disimpan dalam memori saat penggunaan MatLab.
- *Editor / Debugger*, yang berfungsi untuk membuat dan memeriksa m file.

Beberapa *tools* ini merupakan *tools* yang secara umum digunakan pada MatLab, namun sebenarnya selain itu ada banyak *tools* tambahan lainnya pada MatLab.

### 2.5.2 MatLab GUI (*Graphical User Interface*)

GUI (*Graphicl User Interface*) merupakan *software* aplikasi dari MatLab yang mampu menampilkan secara visualisasi program yang telah dibuat pada MatLab (m.file), dengan melalui bantuan komponen-komponen yang ada seperti *icons*, *pushbutton*, *radio button*, dan sebagainya.

GUIDE (*GUI Development Environtment*) merupakan *tools* MatLab yang diaplikasikan untuk pembuatan GUI. *Guide* menyediakan seperangkat *tools* yang digunakan untuk mendisain dan menampilkan GUI. Salah satunya adalah *Layout Editor*, yang berfungsi sebagai tempat peletakan komponen-komponen yang dibutuhkan. Dimana ukuran, jarak antar komponen dan *align* dari komponen tersebut dapat diatur. *Tools* ini secara otomatis tampil, pada saat pertama kali menjalankan *software* aplikasi GUI pada MatLab 6.5.



Gambar 2.5 *Layout Editor* dari GUI

Programmer dapat memanfaatkan *tools* dan komponen *guide* lainnya yang merupakan bagian dari *user interface control (unicontrols)* dan *user interface menus (uimenu)* untuk memudahkan dalam pembuatan GUI. Beberapa *tools* dasar dari *guide*, antara lain :

- *Layout Editor*, digunakan untuk menambah atau mengatur objek pada *figure window*.
- *Alignment Tool*, digunakan untuk mengatur jarak antar objek.
- *Property Inspector*, digunakan untuk mengatur properti dari objek.
- *Object Browser*, digunakan untuk menampilkan secara hirarki objek yang sedang digunakan dalam *layout*.
- *Menu Editor*, digunakan untuk menambahkan *menu* dan *content* yang ada didalamnya pada *layout*.

Sementara dalam *component palette* terdapat beberapa objek yang bisa digunakan untuk tampilan pada *figure* yang akan dibuat. Objek-objek tersebut adalah *Select*, *Push Button*, *Radio Button*, *Toggle Button*, *Check Box*, *Edit Text*, *Static Text*, *Slider*, *Frame*, *List Box*, *Pop Up Menu*, dan *Axes*. Objek tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut :



1. *Radio Button* berfungsi untuk memilih satu pilihan dari beberapa pilihan.
2. *Check Box* sama seperti *radio button* namun dapat berfungsi untuk memilih lebih dari satu pilihan dari beberapa pilihan.
3. *Push Button* berfungsi untuk menjalankan eksekusi seketika jika ditekan.
4. *Toggle Button* berfungsi untuk menjalankan eksekusi secara on, off.
5. *List Box* berfungsi menampilkan keseluruhan *list*.
6. *Editable Text* berfungsi untuk menampilkan teks dan teks ini dapat sewaktu-waktu diedit.
7. *Frame* berguna untuk menampilkan dan mengelompokkan beberapa kontrol fungsi yang masih berkaitan.
8. *Pop Up Menu* untuk memilih satu *list* dari beberapa *list* yang ada (ditampilkan).
9. *Slider* digunakan untuk menampilkan *range* suatu nilai dan kita dapat memilih nilai yang diinginkan dengan melakukan *drag*.
10. *Static Text* berfungsi untuk menampilkan teks secara statis.
11. *Axes* berfungsi untuk menampilkan gambar atau grafik.
12. *Figure* merupakan tempat untuk meletakkan komponen GUI yang telah didesain dengan *Layout Editor*.

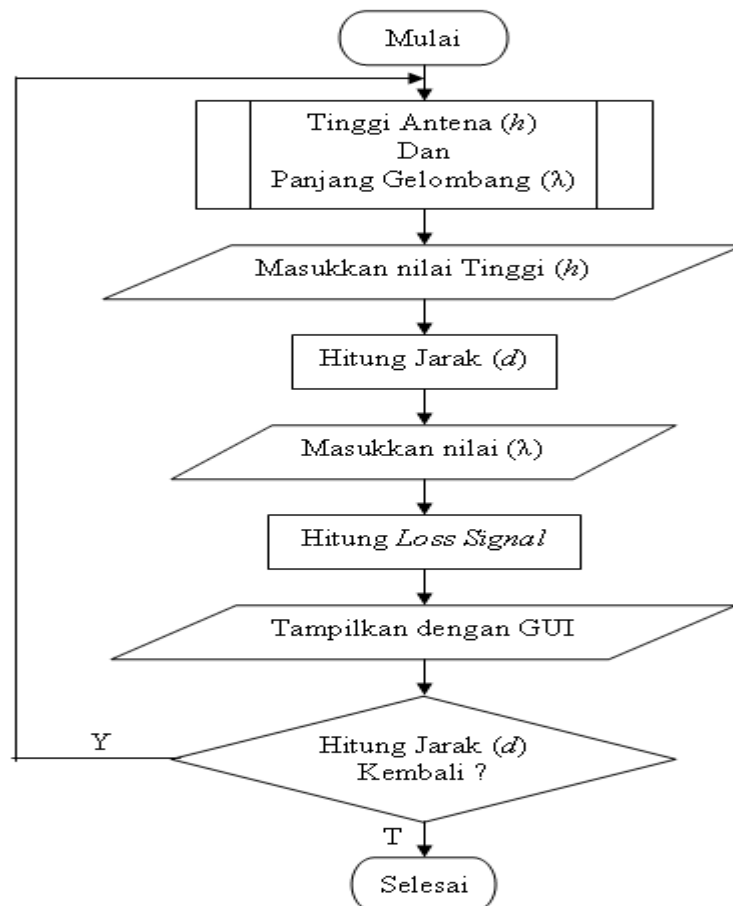
Semua objek diatas dikendalikan lewat *command* dalam fungsi *callback* untuk setiap *browser* yang berada dalam file tipe ".m" dari *figure* yang dibuat. Sementara data yang digunakan dalam mendesain *figure* disimpan dalam struktur *handles*.

## BAB III

### RANCANGAN *SCRIPT CODING*

Simulasi menggunakan bahasa pemrograman komputer sangat diperlukan untuk mensimulasikan perhitungan jarak antar antenna yang mempengaruhi *Loss Signal*. Hal ini dikarenakan, sulitnya untuk melakukan perhitungan secara manual dan mahalnya peralatan pengukuran jarak dan *loss signal* tersebut. Pada penelitian ini, bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman MatLab 6.5 yang merupakan bahasa pemrograman yang memiliki kemampuan yang bagus untuk memproses data yang sangat banyak sebagaimana yang dibutuhkan pada simulasi perhitungan ini.

#### 3.1 Perancangan Diagram Alir (*Flowchart*)



Gambar 3.1. *Flowchart Program Tinggi Antena dan Jarak antar Antena*

*Flowchart* diatas merupakan suatu diagram alir proses simulasi *script coding* untuk simulasi perhitungan tinggi antenna terhadap jarak antar antenna dan pengaruhnya terhadap *loss signal*.

Langkah awal adalah dengan mulai. Kemudian dengan mengetahui inisialisasi program yang akan dibuat, program meminta untuk memasukkan angka numerik pada inisialisasi tinggi antenna ( $h$ ). Program secara otomatis akan memproses perhitungan jarak antenna. Dengan mendapatkan nilai jarak antenna, proses selanjutnya adalah program akan menghitung *loss signal* dengan sebelumnya meminta *user* untuk memasukkan angka untuk panjang gelombang ( $\lambda$ ). Simulasi ini kemudian akan ditampilkan dalam bentuk *interface* (GUI). Jika ingin menghitung kembali jarak antar antenna dan *loss signal*, maka program akan memulai dari awal dengan meminta *user* untuk memasukkan tinggi antenna dan seterusnya. Program akan berhenti ketika user tidak ingin memulai kembali dari awal.

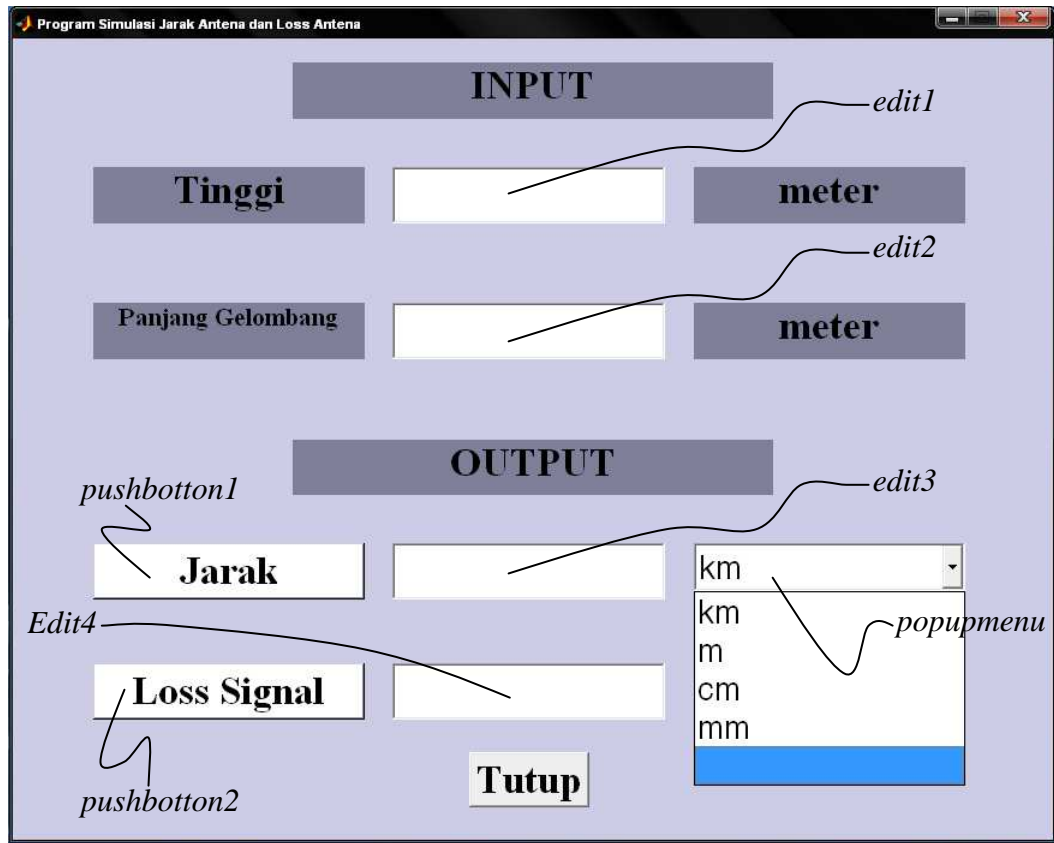
### 3.2 Rancangan GUI

Langkah awal dalam merancang sebuah antarmuka (*interface*), ada ketentuan yang harus diperhatikan. Pertama, menentukan tampilan awal yang akan dirancang, sehingga tampilan awal ini akan mencerminkan proses keseluruhan program yang akan dibuat pada simulasi *script coding*. Bagian kedua adalah menampilkan objek *Uimenu*, karena program yang akan dibuat menggunakan program yang berbasis *window*. Dibawah ini adalah bentuk tampilan proses dari keseluruhan program simulasi *script coding*.



Gambar 3.2. Tampilan Menu Awal Program

Gambar 3.1 merupakan tampilan menu awal yang menjelaskan tentang topik yang akan disimulasikan atau sebagai gerbang pembuka sebelum memasuki program. Dengan menekan tombol **Masuk** maka akan masuk ke tampilan program simulasi dari proses *script coding* berikutnya.



Gambar 3.3. Tampilan Simulasi *Script Coding*

Gambar 3.2 merupakan tampilan proses simulasi *script coding* yang terdiri dari 1 *frame* dan blok diagram yang menunjukkan proses yang akan terjadi dalam simulasi *script coding*.

Pada blok masukan (*input*) yang pertama terdapat *edit1* untuk tinggi yang dapat diisi jumlah tinggi antena dalam satuan meter.

Pada blok masukan (*input*) yang kedua terdapat *edit2* untuk panjang gelombang yang dapat diisi dengan jumlah panjang gelombang (*wave lenght*) dalam satuan meter.

Pada blok keluaran (*output*) yang pertama terdapat *edit3* yang merupakan hasil dari perhitungan jarak yang diketahui dari masukan tinggi. Pada keluaran jarak juga terdapat tombol *pushbutton* berlabel jarak yang dapat ditekan untuk proses perhitungan yang hasilnya dalam satuan **km** (kilometer). Juga terdapat *popupmenu* yang berisikan satuan **km** dan **m**.

Pada blok keluaran (*output*) yang kedua terdapat *edit4* yang merupakan perhitungan *loss signal* yang diketahui dari masukan panjang gelombang dan keluaran jarak. *Input* jarak pada perhitungan *loss signal* harus dalam satuan **meter**, *user* bisa menggantikan **km** ke **meter** dengan men-*scroll*down-kan menu pilihan (*popupmenu*). Untuk dapat menampilkan hasilnya dapat menekan tombol *pushbutton* berlabel *loss signal*. Jarak yang diperlukan dalam satuan **meter**, yang merupakan konversi dari perhitungan jarak dan hasil dari *loss signal* dalam satuan **desibel**.

### 3.3 Listing Program 2 Input

#### 3.3.1 Input Tinggi (*h*)

*Input* tinggi merupakan tinggi antenna yang diletakkan pada proses pertama untuk perhitungan jarak antenna (*d*), yaitu pada *edit1* dengan memasukkan angka numerik pada variabel tinggi dengan satuan meter.

<b>Tinggi</b>	<input type="text"/>	<b>meter</b>
---------------	----------------------	--------------

Gambar 3.4. Tampilan GUI untuk Tinggi Antena dalam meter

*edit1* merupakan kolom untuk memasukkan angka numerik yang dimasukkan oleh pemakai. Langkah selanjutnya adalah mengeset angka numerik tersebut dengan membuat *script* :

```
tinggi=str2num(get(edit1,'string'))
```

sehingga nilai *property* '*string*' dari *edit1* dikonversikan menjadi angka numerik sebelum disimpan dalam variabel tinggi. *Listing* program lengkap dapat dibaca pada lampiran C.

### 3.3.2 Input Panjang Gelombang ( $\lambda$ )

Panjang gelombang (*wave lenght*) diperlukan untuk mengetahui *loss signal*, dimana *user* bisa memasukkan nilai panjang gelombang dengan angka numerik pada *edit2*.



Gambar 3.5. Tampilan GUI untuk Panjang Gelombang dalam meter

Proses selanjutnya adalah mengeset numerik tersebut dengan membuat *script* :

```
panjang_g=str2num(get(edit2,'string'))
```

sehingga nilai *property* '*string*' dari *edit2* dikonversikan menjadi angka numerik sebelum disimpan dalam variabel panjang gelombang ( $\lambda$ ). *Listing* program lengkap dapat dibaca pada lampiran D.

## 3.4 Listing Program 2 Output

### 3.4.1 Jarak ( $d$ )

Jarak merupakan jarak antenna yang akan dikomputasi apabila tinggi antenna telah di ketahui. Pada program GUI ini jarak dibuat dalam bentuk *pushbutton* yang akan mengambil nilai tinggi untuk mendapatkan hasil secara otomatis dengan menekan *pushbutton* berlabel jarak, nilai komputasi dari jarak ini dalam satuan **km**.



Gambar 3.6. Tampilan GUI *Pushbotton output* Jarak dalam **km**

Untuk mengeset nilai komputasi jarak pada *edit3*, *script* yang digunakan adalah jarak antenna yang akan meng-*callback* tinggi antenna sebagai masukan.

```
jarak=7.14*sqrt((4*tinggi)/3);
```

Nilai jarak tersebut akan tersimpan secara otomatis dalam format **.txt** dengan nama file **jarak\_2.txt**. **jarak\_2.txt** akan di-load untuk menjadi masukan bagi *loss signal* dengan *script* :

*jarak\_2=load('jarak\_2.txt')*

### 3.4.2 Loss Signal

*Loss signal* merupakan pengaruh dari tinggi antenna terhadap jarak antar antenna, dimana dalam simulasi ini *loss signal* merupakan proses akhir dari jarak antar antenna yang mempengaruhi *loss signal*.

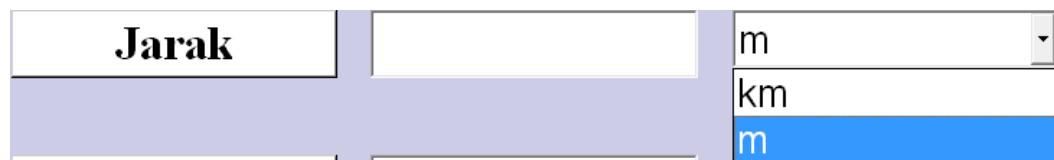
Masukan *loss signal* tersebut terdiri dari panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan jarak antar antenna ( $d$ ). Dalam simulasi ini jarak antar antenna diambil dari file **jarak\_2.txt**.

Tampilan *script coding* dapat mengubah satuan jarak dengan hanya men-*scroll*down-kan *popupmenu* dari **km** menjadi **m**. Untuk perhitungan *loss signal*, *user* harus menggunakan masukan jarak dalam satuan **m**, sedangkan hasil simulasi *loss signal* dalam satuan **desibel**.



Gambar 3.7. Tampilan Awal Keluaran Jarak dalam Satuan **km**

Sebagai masukan, jarak antenna akan diproses oleh *script* rumus *loss signal* dalam satuan meter (**m**).



Gambar 3.8. Tampilan Proses Keluaran Jarak (**km**) menjadi Masukan Jarak (**m**)

Proses selanjutnya adalah mengeset *edit4* untuk mengkonversi angka numerik menjadi *'string'* dengan *script* :

```
set(edit4,'string',num2str(loss_signal));
```

*Script* selanjutnya adalah menggunakan rumus,

```
loss_signal=10*log((4*3.14*jarak_2)/panjang_g)^2;
```

Tampilan *script* untuk *loss signal* seperti terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Tampilan GUI untuk *Loss Signal* dalam Satuan **desibel**



## BAB IV

### HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini membahas hasil yang didapat dari perhitungan jarak antar antenna secara simulasi menggunakan *script coding* program GUI MatLab 6.5 yang kemudian akan dibuat dalam sebuah tabel perbandingan antara jarak antenna (simulasi) dengan jarak antenna (kalkulasi). Dari perhitungan tersebut akan diketahui persen *error* yang kemudian menjadi sebuah kesimpulan bahwa program yang dibuat telah teruji secara benar apabila memiliki 0 % (nol persen) *error*.

#### 4.1 Proses Simulasi *Script Coding*

Proses ini dimulai dengan memasukkan angka numerik pada masukan (*input*) tinggi antenna (*h*) yang kemudian dipanggil (*callback*) pada tombol jarak, tombol jarak akan memproses dengan menjalankan persamaan jarak pada program *script coding*, proses tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah.

INPUT		
Tinggi	72	meter
Panjang Gelombang		meter
OUTPUT		
Jarak	69.9574	km
Loss Signal		desibel
Tutup		

Gambar 4.1. Simulasi jarak antar antenna

Proses selanjutnya adalah mengubah *output* jarak dengan satuan **km** kedalam satuan **meter**, diubahnya jarak kedalam satuan **meter** karena jarak diperlukan sebagai *input* pada simulasi perhitungan *loss signal*. Perubahan itu terlihat pada gambar dibawah ini.

The image shows a web application interface for signal loss simulation. It is divided into two main sections: **INPUT** and **OUTPUT**.

**INPUT Section:**

- Tinggi:** A text input field containing the value "72" and a unit dropdown menu set to "meter".
- Panjang Gelombang:** An empty text input field and a unit dropdown menu set to "meter".

**OUTPUT Section:**

- Jarak:** A text input field containing the value "69957.4271" and a unit dropdown menu set to "m".
- Loss Signal:** An empty text input field and a unit dropdown menu set to "desibel".

At the bottom of the interface is a button labeled **Tutup** (Close).

Gambar 4.2. Mengubah satuan jarak kedalam **meter**

Untuk merubah satuan jarak **km** kedalam satuan **meter** dengan cara *scroll*-kan *popupmenu*, kemudian tombol jarak ditekan kembali untuk merubah nilai jarak dalam km kedalam meter setelah dikalikan 1000 pada saat tombol jarak ditekan.

Proses selanjutnya memasukkan angka numerik pada *input* panjang gelombang ( $\lambda$ ), dengan menjadikan *output* jarak menjadi *input* maka hasil simulasi untuk perhitungan *loss signal* diproses dengan menekan tombol *Loss Signal*, seperti pada gambar berikut.

INPUT		
Tinggi	72	meter
Panjang Gelombang	$1.67 \cdot 10^{11}$	meter
OUTPUT		
Jarak	69957.4271	m
Loss Signal	1477.4646	desibel
Tutup		

Gambar 4.3. Simulasi *Loss Signal*

#### 4.2 Pengujian Jarak Antena Secara Simulasi dan Kalkulasi

Karena pengujian tinggi antena ini menggunakan gelombang mikro (*microwave*) maka tinggi antena yang akan diuji merupakan sampel data yang diambil penulis dari operator seluler yakni Telkomsel.

Untuk perhitungan jarak antena ( $d$ ), sampel data tinggi antena ( $h$ ) diambil dari operator seluler (Telkomsel) yang berada di kota Bengkalis dengan tinggi antena 42 meter sampai dengan 72 meter (Telkomsel, 2009).

Pada tabel 4.1 menerangkan perhitungan jarak antena dengan variasi tinggi antena dengan sampel tingkatan 5 kali kenaikan dari 42 m, 48 m, 54 m, 60 m, 66 m dan 72 m. Perhitungan jarak antena menggunakan simulasi MatLab menghasilkan dengan tinggi 42 m : 53,4309 km, tinggi 48 m : 57,12 km, tinggi 54 m : 60,5849 km, tinggi 60 m : 63,8621 km, tinggi 66 m : 66,9791 km dan

tinggi 72 m : 69,9574 Km. Perhitungan jarak antenna secara manual (kalkulasi) dapat dihitung menggunakan rumus  $d = 7,14\sqrt{K.h}$ , dimana  $K = \frac{4}{3}$ . Perhitungan secara perhitungan manual (kalkulasi) dapat dilihat pada lampiran E.

Perbandingan antara Jarak (simulasi) dan Jarak (kalkulasi) mempunyai sedikit perbedaan, dimana terdapat persen *error* (% *error*) dari perbandingan tersebut. Perhitungan % *error* dapat dilihat pada lampiran E.

Di bawah ini merupakan tabel perbandingan jarak antenna (simulasi) dengan jarak antenna (kalkulasi) :

Tabel 4.1 Perbandingan Jarak (Simulasi) dengan Jarak (Kalkulasi)

Simulasi		Kalkulasi		% Error
Input	Output	Input	Output	
Tinggi $h$ (m)	Jarak $d$ (km)	Tinggi $h$ (m)	Jarak $d$ (km)	
42	53,4309	42	53,4309	0
48	57,12	48	57,12	0
54	60,5849	54	60,5849	0
60	63,8621	60	63,8621	0
66	66,9791	66	66,9791	0
72	69,9574	72	69,9574	0

Untuk menghitung % *error* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\%error = \left| \frac{Jarak(simulasi) - Jarak(kalkulasi)}{Jarak(kalkulasi)} \right| \times 100\% \quad (4.2)$$

### 4.3 Pengujian *Loss Signal* Secara Simulasi dan Kalkulasi

Gelombang mikro (*microwave*) merupakan gelombang yang sangat tinggi dari gelombang radio. Gelombang radio termasuk ke dalam gelombang elektromagnetik.

Untuk pengujian *loss signal* (kehilangan sinyal), pembuktian dilakukan dengan menggunakan tabel perbandingan antara simulasi dan kalkulasi dengan mengambil sampel data dari beberapa stasiun radio, operator seluler, dan stasiun televisi. Stasiun televisi menggunakan dua gelombang frekuensi, yaitu frekuensi data *visual* dan frekuensi data *audio*.

Pengujian terhadap *loss signal* pada antenna memerlukan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dan tinggi antenna ( $h$ ) sesuai dengan aslinya, antara frekuensi dan panjang gelombang mempunyai hubungan sehingga dapat disimpulkan dengan persamaan (Zemansky, 1994) :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (4.1)$$

dengan :

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$c$  = laju cahaya dalam ruang hampa ( $3 \times 10^8$  m/s)

$f$  = frekuensi (Hz)

Tabel 4.2 Data sampel tinggi antenna, frekuensi dan panjang gelombang

(Sumber : Soreram FM, Mentari FM, Gress FM dan TVRI Riau)

No	Stasiun	Tinggi Antena (m)	Frekuensi (MHz)	Panjang Gelombang (m)
1	Soreram FM	60	95,1	3,15
2	Mentari FM	40	94,7	3,17
3	Gress FM	50	108,5	2,76
4	TVRI ( <i>audio</i> )	100	196,25	1,53
5	TVRI ( <i>video</i> )	100	201,75	1,49

Tabel 4.2 menerangkan bahwa ada beberapa sampel data yang diambil dari beberapa stasiun radio yang berada di Pekanbaru, sampel data ini digunakan sebagai pengujian simulasi *script coding* perhitungan jarak antar antenna dan *loss signal*.

Data pertama diambil dari stasiun radio Soreram FM. Dengan tinggi antenna 60 m dari permukaan tanah, Soreram FM menggunakan gelombang frekuensi sebesar 95,1 MHz. Frekuensi ini diubah menjadi Hz sehingga didapat  $95,1 \times 10^6$  Hz, maka rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) untuk Soreram FM adalah 3,15 m.

Data kedua diambil dari stasiun radio Mentari FM. Tinggi antenna pemancar Mentari FM adalah 40 m dari permukaan tanah, Mentari FM menggunakan gelombang frekuensi sebesar 94,7 MHz. Frekuensi yang digunakan Mentari FM saling berimpit dengan frekuensi Soreram FM, karena antara pemancar Soreram FM dan Mentari FM berdekatan. Gelombang frekuensi 94,7 MHz diubah kedalam Hz (*hertz*) menjadi  $94,7 \times 10^6$ , sehingga rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) Mentari FM untuk menghantarkan sinyal informasi suara (*audio*) adalah 3,17 m.

Data ketiga merupakan data yang diambil dari stasiun radio Gress FM. Dengan tinggi antenna pemancar dari permukaan tanah adalah 50 m, gelombang frekuensi yang digunakannya adalah 108,5 MHz. Untuk melakukan pengujian *loss signal* diperlukan panjang gelombang ( $\lambda$ ) untuk menghantarkan sinyal informasi suara dengan mengubah frekuensi kedalam Hz menjadi  $108,5 \times 10^6$  Hz, maka panjang gelombang ( $\lambda$ ) tersebut adalah 2,76 m.

Data keempat diambil dari stasiun televisi (TVRI) Riau. Untuk stasiun televisi dapat menghantarkan sinyal informasi visual (*video*) dan suara (*audio*). Untuk menghantarkan sinyal informasi visual (*video*), digunakan gelombang frekuensi sebesar 196,25 Hz untuk mengetahui rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) sebesar 1,53 m yang sebelumnya frekuensi 196,25 MHz untuk sinyal informasi *video* diubah menjadi  $196,25 \times 10^6$ . Sedangkan frekuensi yang digunakan untuk menghantarkan sinyal informasi *audio* (suara) adalah 201,75 MHz, kemudian gelombang frekuensi ini diubah menjadi  $201,75 \times 10^6$ , sehingga rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) untuk menghantarkan sinyal suara adalah 1,49 m.

Sebagai perbandingan simulasi *loss signal* untuk mengetahui program yang dibuat merupakan program komputer yang benar, maka *loss signal* dihitung kembali secara manual. Perhitungan *loss signal* secara kalkulasi dapat dilihat pada lampiran F.

Perbandingan antara *loss signal* (simulasi) dan *loss signal* (kalkulasi) mempunyai perbedaan, yang ditandai dengan adanya persen *error* (% *error*). Perhitungan % *error* dapat dilihat pada lampiran F.

Persamaan dari rumus persen *error* (% *error*) antara *loss signal* (simulasi) dengan *loss signal* (kalkulasi) adalah :

$$\%error = \left| \frac{LS(simulasi) - LS(kalkulasi)}{LS(kalkulasi)} \right| \times 100\% \quad (4.3)$$

Persen *error* (% *error*) yang telah didapat dibawah ini, hasil tersebut dimasukkan kedalam tabel perbandingan (tabel 4.3)

Tabel 4.3 Perbandingan *Loss Signal* secara Simulasi dan Kalkulasi

Stasiun	Tinggi (m)	Simulasi			Kalkulasi		
		Input		Output	Input		Output
		Jarak (m)	$\lambda$ (m)	LS (dB)	Jarak (m)	$\lambda$ (m)	LS (dB)
Mentari FM	40	52143,188	3,17	282,53	52143,188	3,17	106,31
Gress FM	50	58297,856	2,76	294,19	58297,856	2,76	108,48
Soreram FM	60	63862,101	3,15	292,26	63862,101	3,15	108,12
TVRI (audio)	100	82445,618	1,53	339,97	82445,618	1,53	116,61
TVRI (video)	100	82445,618	1,49	341,31	82445,618	1,49	116,84

Jarak maksimum antar antenna pemancar dan antenna penerima dihitung berdasarkan kondisi sebenarnya dengan diketahui tinggi antenna disimulasikan dengan menggunakan program MatLab GUI.

Antena penerima ( $T_x$ ) yang diletakkan sesuai dengan jauhnya jarak yang dihitung berdasarkan antenna pemancar. Antara antenna pemancar dan antenna penerima membuat suatu wilayah *Fresnell* (*Fresnell zone*) yang kedudukan titik sinyalnya berbentuk *elips* pada lintasan propagasi panjang gelombang radio. Kondisi ini diasumsikan bumi adalah datar, dimana setiap penerima ( $R_x$ ) dapat menerima jangkauan sinyal ketika berada dalam daerah *Fresnell* tersebut. Akan tetapi jika semakin jauh penerima ( $R_x$ ) dapat menerima jangkauan sinyal yang dikirim oleh *transmitter*, stasiun penerima akan mengalami kerugian-kerugian sinyal yang dinamakan *loss signal* (sinyal hilang).

Hilangnya sinyal (*loss signal*) dipengaruhi oleh jarak antenna dan rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) yang jauh. Karena jarak yang terlalu jauh untuk sinyal yang dipancarkan pada panjang gelombang yang tinggi maka kondisi sinyal akan mengalami kerugian berupa *loss signal*. Semakin tinggi antenna ( $h$ ), jarak antenna pengirim ( $Rx$ ) dari antenna pemancar ( $Tx$ ) akan semakin jauh. Sehingga panjang gelombang ( $\lambda$ ) yang terjadi semakin panjang. Pada keadaan ini kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh hilangnya sinyal sebelum dapat diterima akan semakin besar. Karena gelombang elektromagnetik merupakan media yang dihantar melalui media kabel ke udara, ketika di udara gelombang akan mengalami gangguan-gangguan seperti kilat, hujan dan lainnya.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Semakin tinggi antena pemancar dan penerima, maka jarak maksimum yang diperlukan untuk menghantarkan sinyal gelombang elektromagnetik semakin jauh, sehingga menyebabkan terjadinya *loss signal* yang semakin besar.
2. % *Error* pada pengujian secara simulasi dan secara kalkulasi terhadap jarak antar antena adalah 0 %.

#### **5.2 Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilengkapi dengan pengukuran-pengukuran selain Jarak antar antena, seperti *gain* antena dan pengukuran-pengukuran antena lainnya.
2. Penelitian menggunakan perhitungan *loss signal* selanjutnya dapat membuat *script* yang benar agar pembuktian dengan teori mendapatkan % *error* yang lebih kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Nachwan M., "*Modul Via Pengukuran Antena.pdf*", April 2004
- Hafidzah, dkk, "*Antena dan Radar,*" *Over view* presentasi, diakses tanggal 23 Agustus 2009
- Hemming, L.H., and Heaton, R.A., "*Antenna Gain Calibration on a Ground ReflectionRange,*" *IEEE Trans. On Antennas and Propagation*, vol. AP-21, PP. 532-537, Juli 1977
- Purnamirza, Teddy. "*Diklat Pelatihan Matlab 5*", Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Pekanbaru, 2006
- Santoso, Tri B., dan Huda, Miftahul, "*Modul Praktikum Sinyal dan Sistem*", Jurnal Dasar-dasar Operasi MatLab. [www.geodesi-250.gd.itb.ac.id/ihg/1Modul1-praktikum-ok.pdf](http://www.geodesi-250.gd.itb.ac.id/ihg/1Modul1-praktikum-ok.pdf). 21 Agustus 2009
- SpeedyWiki, "*Line of Sight,*" [http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Line\\_of\\_Sight/](http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/Line_of_Sight/), diakses tanggal 21 Agustus 2009
- Stallings, William, "*Komunikasi Data Dan Komputer : Jaringan Komputer,*" Edisi 1, Salemba Teknika, Jakarta, 2002
- Yasica14sweet, "*Apa Itu Program MatLab,*" <http://yacisa14sweet.Wordpress.com/2008/11/26/apa-itu-program-matlab/>, November 2008, diakses tanggal 21 Agustus 2009
- Zemansky, Mark W., dan Sears, Francis W., "*Fisika untuk Universitas 1 (Mekanika, Panas dan Bunyi),*" Binacipta, Jakarta, 1994
- Zemansky, Mark W., dan Sears, Francis W., "*Fisika untuk Universitas 3 (Optika dan Fisika Modern),*" Binacipta, Jakarta, 1994